

Matti Lassila

ALUMIINILEVYN LAMINOINTILINJAN LAYOUT-SUUNNITTELU

ALUMIINILEVYN LAMINOINTILINJAN LAYOUT-SUUNNITTELU

Matti Lassila
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatio

Tekijä: Matti Lassila

Opinnäytetyön nimi: Alumiinilevyn laminointiyksikön layout-suunnittelu

Työn ohjaaja: Timo Väyrynen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 35 + 6 liitettä

Tavoitteena oli suunnitella layout automatisoidulle alumiinilevyn laminointilinjalle. Työssä keskityttiin erityisesti kalvotusyksikön toiminnan suunnitteluun.

Aluksi suunniteltiin prosessin vaiheet, joissa saatiin hahmotettua myös kokonaiskuva työstä ja sen tavoitteista. Alkusuunnittelu havainnollistettiin käsin piirtämällä. Kokonaiskuvan suunnittelun yhteydessä huomattiin linjan koostuvan seitsemästä yksiköstä. Ensimmäisenä yksikkönä on alumiinilevynipulle varattu kuljetinpöytä, josta robotti vie levyt liimaukseen. Toisena linjan osana on liimausyksikkö, jonka tehtävä on tehdä liimasauma alumiinilevyn pintaan molempiin päihin. Seuraavana on kalvotusyksikkö, joka vetää liimakalvon alumiinilevyn päälle. Kalvon irrokeosa kelautuu sille varatulle irrokerullalle. Kalvotusyksiköltä alumiinilevy siirtyy leikkausyksikölle, jossa liimakalvo leikataan sopivaan mitaan. Kalvon ollessa leikattu alumiinilevy siirtyy laminointipöydälle, jossa laminaattilevy siirtyy alumiinilevyn päälle. Levyjen välissä oleva liimakalvo vaatii liimaksi sulaakseen lämpöpuristuksen, joten seuraavaksi levy-yhdistelmä liikkuu hydrauliselle puristusyksikölle. Lopuksi laminoitu alumiinilevy siirtyy kääntöpöydälle, joka kääntää sen valmispinoon.

Luonnosteluiden jälkeen kysyttiin Potma Oy:n työntekijöiltä ja muilta asiaa tuntevilta henkilöiltä käytännön näkökantoja ja kehitysehdotuksia, esimerkiksi alumiinipun optimaalisin sijoitus tilanviennin kannalta. Nämä näkökannat vaikuttivat paljon linjan käytännöllisyyteen, koska työntekijöillä on eniten kokemusta automatisoitujen laitteiden kanssa työskentelystä. Lopputuloksena oli piirretty luonnos selkeätoimisesta ja käytännöllisestä laminointilinjasta.

Seuraavaksi laminointilinjaa alettiin mallintamaan piirustusohjelmalla. Tavoitteena oli saada linjasta selkeä mallinnus, josta huomaa helposti toimintaperiaatteen. Mallinnuksen ollessa kokonaisuudessaan valmis se hyväksyttiin toimeksiantajalla ja ohjaavalla opettajalla. Valmis mallinnus sisälsi seitsemästä yksiköstä koostuvan laminointilinjan. Työ sisältää mallinnettujen 3D-kuvien lisäksi raportin linjan toimintaperiaatteesta. Tuloksena saatiin valmis laminointilinjan layout-suunnitelma.

Asiasanat: laminointilinja, automatisointi, layout-suunnittelu

ALKULAUSE

Haluan kiittää Potma Oy:n toimitusjohtajaa Reijo Lassilaa ohjeistuksesta ja mielenkiintoisesta ja selkeästi kerrotusta aiheesta opinnäytetyölleni. Kiitän myös Potma Oy:n työntekijöitä, joilta sain erinomaisia käytännön vinkkejä ja näkökantoja työhöni.

Lisäksi kiitos hyvistä neuvoista kuuluu myös ohjaavalle opettajalle Timo Väyrysellle sekä ulkopuolisille asiaa tunteville henkilöille Veli Lassilalle ja Antti Lassilalle, jotka ovat myös antaneet hyviä käytännön vinkkejä ja neuvoja työn suunnitteluvaiheessa.

Oulussa 19.5.2015

Matti Lassila

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
1.1 Oy Potma Ltd	8
1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset	8
2 LAYOUT-SUUNNITTELU	9
2.1 Layoutin päätyypit	10
2.1.1 Tuotantolinja	10
2.1.2 Funktionaalinen layout	11
2.1.3 Solu-layout	13
2.2 Layout-tyypin valintaperusteet	14
2.3 Suunnittelun yleisiä vaatimuksia	14
2.4 Teknisten vaatimusten huomiointi	15
2.5 Ajankäyttö layout-suunnittelussa	15
3 TUOTANTOAUTOMAATIO	16
3.1 Käyttökohteet automaatiolle	16
3.2 Automaation käsitteet	16
4 LAMINOINTILINJAN SUUNNITTELU JA TOIMINTA	18
4.1 Laminointilinjan vaatimukset	18
4.2 Levyn laminointi nykytilassa	19
4.2.1 Liimakalvoitus ja laminaattilevyn sijoitus	19
4.2.2 Lämpöpuristus	19
4.2.3 Viimeistelyprässäys	19
4.3 Layout-tyypin valinta ja sen perusteet	20
4.4 Laminointilinjan toimintaperiaate.	20
5 LAMINOINTILINJA	23
5.1 Laminointilinjan kokoonpano	23
5.2 Alumiinilevypinon kuljetinpöytä	24
5.3 Alumiinilevyn liimausyksikkö	25
5.4 Alumiinilevyn kalvotusyksikkö	26

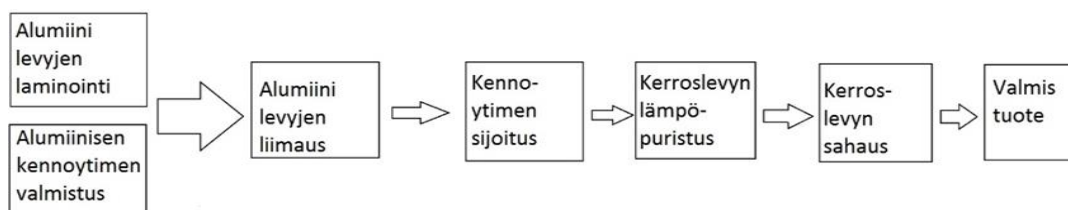
5.5 Liimakalvon leikkausyksikkö	27
5.5.1 Kalvoleikkuri	28
5.5.2 Vastuslankaleikkuri	28
5.6 Laminaattilevyn sijoituspöytä	29
5.7 Hydraulinen puristusyksikkö	30
5.8 Kääntöpöytä	30
5.9 Suunnittelun tulokset	31
6 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	35
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Työssä suunnitellaan alumiinilevyn laminointilinjan layout. Tämä opinnäytetyö painottuu kalvotuksen automatisointiin ja muita prosessin osa-alueita käsitellään suuripiirteisemmin. Työn asiakkaana on Potma Oy, jota edustaa Reijo Lassila.

Opinnäytetyön kohteena on tuotantoprosessi, jossa automatisoidaan alumiinilevyn laminointi. Tuotantoprosessin lopputuotteena on laminaattipintainen alumiinilevy, jonka jatkojalostuksen lopputuotteena on valmis kerroslevy laminaattipinnalla. Laminointi tarkoittaa käytännössä sitä, että alumiinisen levyn päälle liimataan laminaattilevy. Kerroslevy muodostuu kahdesta alumiinilevystä, joiden väliin on liimattu alumiininen hunajakkeno. Kerroslevyn ominaisuuksia ovat sen keveys, jäykkyys ja lujuus. Näin ollen kerroslevyä voidaan pitää itsekantavana rakenteena.

Prosessin (kuva 1) alussa valmistetaan alumiininen kennoydin vaadittuun mittaan. Alumiinilevyn laminointi tapahtuu useimmiten yhtä aikaa ytimen valmistuksen kanssa. Kun kennoytimet ovat valmiita ja alumiinilevyt laminoitu, levyt menevät liimaukseen. Levyjen sisäpinnat liimataan ja sen jälkeen toisen levyn päälle sijoitetaan kennoydin. Ilman ydintä oleva levy käännetään sivusta kääntöpöydällä toisen levyn päälle, jolloin väliin jää kennoydin. Tämän jälkeen kerroslevy siirtyy lämpöpuristukseen ja on siellä määrätyn aikaa. Lämpöpuristuksen jälkeen kerroslevy leikataan valmiiseen mittaan. Lopputuotteena on valmis kerroslevy. Kun valmistetaan tavallista kerroslevyä, jossa ei ole laminaattipintaa, jää prosessista laminointiosio huomioimatta. Tuotantoprosessi on muilta osin samanlainen.



KUVA 1. Laminaattipintaisen kerroslevyn valmistusprosessi

1.1 Oy Potma Ltd

Potma Oy on Pellossa toimiva alumiiniteknologiaan suuntautunut yritys. Potma Oy on markkina-alueellaan tunnettu, luotettava, asiakasuuntautunut kennorakenteiden ja kerroslevyjen teollinen tuottaja. Toiminta perustuu pitkäaikaisiin asiakassuhteisiin. Potma Oy kehittää, valmistaa ja markkinoi keveitä, jäykkiä, itsekantavia ja kosteudenkestäviä kennorakenteita teollisuuden ja logistiikan painorajotteisuuden tarpeisiin. Yrityksen päätuote on alumiinista valmistettu kerroslevy. Muita tuotteita ovat Dustsafe-pölypussit sekä Novaset-merkkintä tuotteet. Novaset-merkkintä tuotteet ovat luontoystävällisiä jääkiekko- ja curlingkentän merkkauksia ja metsämerkkintä nauhoja. Yrityksen toimitusjohtajana on Reijo Lassila, ja yritys työllistää tällä hetkellä 10 työntekijää. (1; 1, linkki Kennorakenteet, linkki Novaset-merkkintä tuotteet.)

1.2 Työn tavoitteet ja rajoitukset

Työn tavoitteena on suunnitella layout automatisoidulle laminointilinjalle ja painottaa suunnittelua linjan kalvoitusvaiheeseen. Työ rajautuu pelkästään layout-suunnitteluun, jolloin yksityiskohtainen suunnittelu rajautuu työn ulkopuolelle. Työssä ei myöskään määritellä taloudellisia seikkoja, joihin lukeutuvat muun muassa laminointilinjan investointikustannukset. Taloudellisten seikkojen lisäksi ulkopuolelle rajataan myös tuotannollis-tekniilliset seikat, esimerkiksi läpimenoaika. Työssä vaaditaan linjan ja kalvotusyksikön toimintaperiaatteen selvittämistä ja havainnollistamista. Linjasta ja sen eri yksiköistä laaditaan periaatepiirustukset.

2 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout-nimityksellä tarkoitetaan tuotantojärjestelmään kuuluvien laitteiden, koneiden, kulkuväylien ja varastointipaikkojen sijoittelua tehtaan sisällä. Layout-suunnittelu alkaa ensin kokonaisuuden suunnittelulla ja hahmottelulla. Tämän jälkeen on vuorossa yksityiskohtainen suunnittelu. Suunnitteluprojekti jaotellaan osaprojekteihin. Osaprojektit annetaan mennä limittäin siten, että seuraavaan vaiheeseen on tehty alustavia suunnitelmia ennen edellisen vaiheen tulosten hyväksymistä. Osaprojektit annetaan mennä limittäin joustavuuden säilyttämisen vuoksi. (2, s. 20.)

Materiaalivirtojen mahdollisimman tehokas suunnittelu on layout-suunnittelun oleellisin periaate. Materiaalien kuljetusmatkat ja -kerrat tulee yrittää suunnitella mahdollisimman minimaaliseksi, kun suunnitellaan osastojen ja työpisteiden sijoitusta. Selkeät materiaalivirrat ovat toiminnan kehittämisen ja tuotannonohjauksen kannalta järkevä tavoite. Työpisteiden sijoitus täytyy suorittaa siten, että materiaalien siirtomatkat pysyvät niin pienenä kuin mahdollista ja kaikki ylimääräiset siirrot on minimoitu. (3, s. 19.)

Hyvän layoutin tunnusmerkit ovat seuraavat:

- selkeät materiaalivirrat
- helposti muunneltava ja joustava layout
- minimoidut materiaalin siirtotoiminnot
- lyhyet kuljetussiirtymät
- yhteen paikkaan keskitetty erikoisosaamista vaativa valmistus
- käyttöpaikan lähistöllä tehtaan sisäiset palvelut
- selvä ja tehokas materiaalien vastaanotto ja jakelu
- vaivaton kommunikaatio
- huomioitu suunnitteluosiossa erityistarpeet valmistustilanteille
- alueen käyttö optimoitu mahdollisimman tehokkaaksi
- työnteon turvallisuus ja käyttäjäystävällisyys otettu suunnittelussa huomioon. (3, s. 19.)

Muutos- ja laajennustarpeet on syytä ottaa myös huomioon suunniteltaessa layoutia. Layoutia suunniteltaessa joustavaksi, on otettava huomioon tuotetyypit ja tuotantomäärät. Muutostarpeiden huomiointi tulee esille erityisesti epäkäytännöllisesti siirrettävien painavien laitteiden ja koneiden paikkasijoittelussa. Alueelle on suunniteltava varastot ja tuotantolinjat siten, etteivät ne ole myöhemmän kehityksen tiellä. (3, s. 19.)

Jokaisessa uudessa tehtaiden suunnitteluprojekteissa täytyy monessa eri suunnittelun vaiheessa laatia layout-suunnitelma. Suunnitteluprosessia voidaan pitää kolmivaiheisena. Ensimmäisenä on alustava suunnittelu, seuraavaksi varsinainen suunnittelu ja viimeisenä lopullinen yksityiskohtainen layout. Ennen kuin varsinaista layout-suunnittelua tehdään, täytyy suunnitteluun liittyvä prosessi tuntea hyvin. (4, s. 5.)

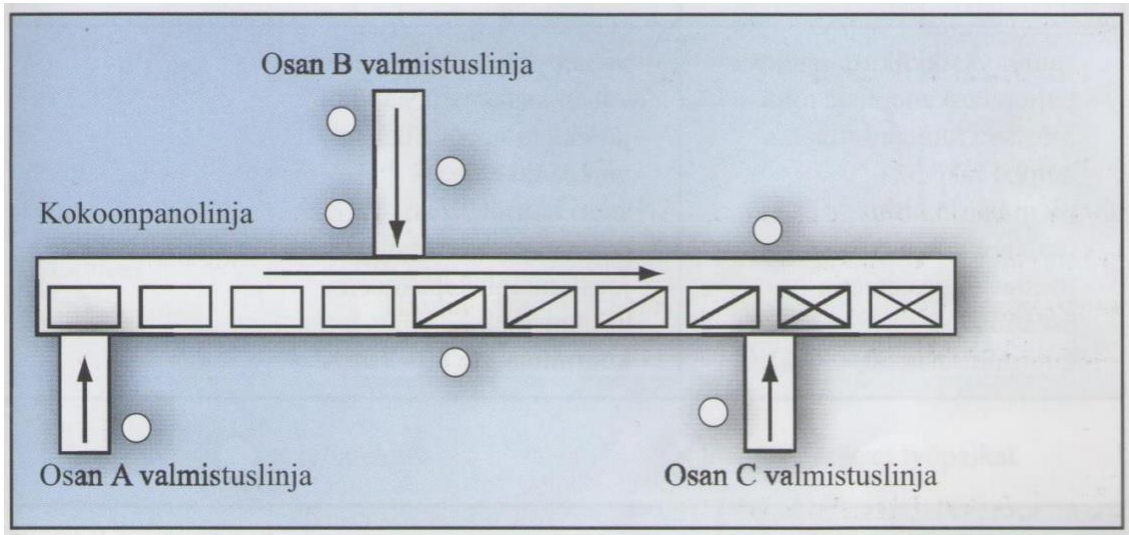
2.1 Layoutin päätyypit

Layout-termi käsittää tuotantojärjestelmien fyysisien osien sijoittelun tehtaassa. Fyysisillä osilla tarkoitetaan laitteita, koneita, varastopaikkoja ja kulkureittejä. Layout voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin. Jako tapahtuu työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella. Päätyypit ovat nimeltään tuotantolinjalayout, funktionaalinen layout ja solu-layout. (3, s. 16.)

2.1.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjalayoutin (kuva 2) periaate on se, että koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen prosessin mukaisessa järjestyksessä. Valmistettava tuote on tietyn tyyppinen. Tunnuspiirteitä tuotantolinjalayoutille ovat seuraavat:

- materiaalien käsittely ja valmistus automatisoitua ja tehokasta
- selkeästi luettavissa oleva työnkulku
- tuotantolinjalla voidaan käyttää materiaalin siirtoon tarkoitettuja mekaanisia kuljettimia. (3, s. 16.)



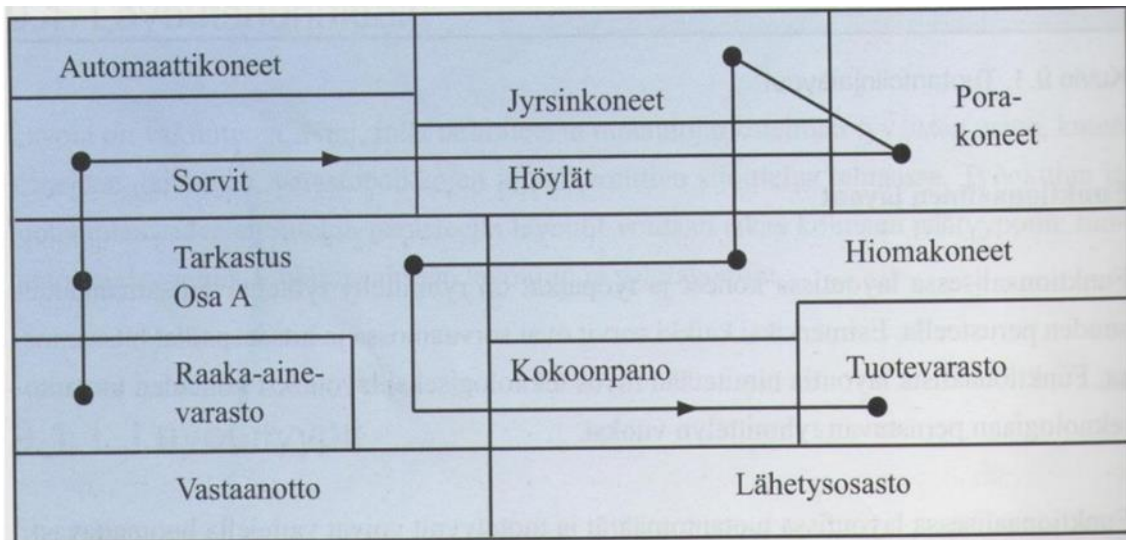
KUVA 2. Tuotantolinja-layout (5, s. 17.)

Tuotteen suuri tuotantomäärä ja käyttöaste toimivat kriteereinä tuotantolinjan rakentamiselle. Suuren tuotantomäärän ansiosta tuotteen yksikköhinta on matala, vaikkakin tuotantolinjan rakentamisinvestoinnit ovat korkeat. Tuotantolinja on tuottavuuteensa nähden herkkä häiriöille, sillä pienelläkin häiriöllä on suuret vaikutukset ja näkyvyys tuottavuudessa. (3, s. 16.)

Laadunvalvonta näyttelee tärkeää roolia tuotantolinjassa, koska suuren tuotantovolyymien takia linjalta voi tulla esimerkiksi häiriön sattuessa nopeasti suuria määriä virheellisiä tuotteita. (3, s. 16.)

2.1.2 Funktionaalinen layout

Periaate funktionaaliselle layoutille (kuva 3) on siinä, että koneet ja työpisteet ryhmitellään työtehtävien samanlaisuutta huomioiden. Tästä layout-tyypistä käytetään myös nimitystä teknologinen layout. Nimityksen perusta on koneiden ja tuotantoteknologian ryhmittelyssä. (3, s. 16.)



KUVA 3. Funktionaalinen layout (5, s. 18)

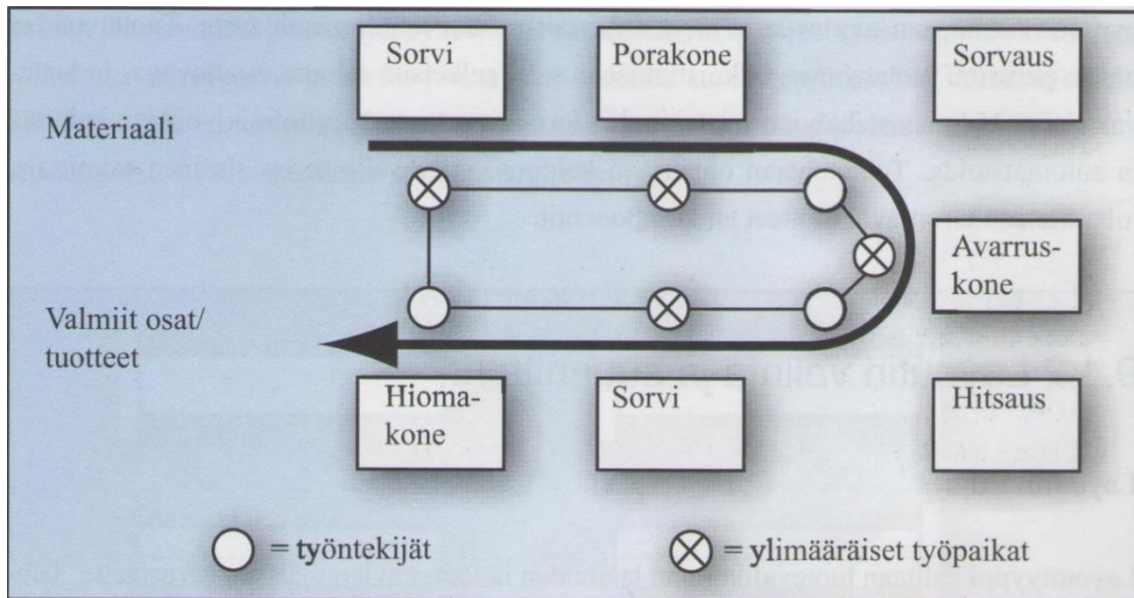
Funktionaaliselle layoutille ominaista on se, että työmäärät ja tuotetyypit voivat vaihdella huomattavasti. Laitteiden täytyy siis olla monipuolisia ja joustavia yleiskoneita, mikä johtaa joustavaan erilaisten tuotteiden valmistukseen. Valmistus toteutetaan joko yksittäisinä kappaleina tai sarjatuotantona. Koska työnkulkukuvat ovat moninaisia, automaation sisällyttäminen materiaalien käsittelyyn rajoitettua. Tuotannonohjaus pohjautuu eri koneilla olevien jonojen työjärjestelyyn. Koska työjonoja on useita, on töiden ohjaaminen haastavaa ja osittain samasta syystä myös laadunvalvonta on haastavaa, koska työpisteissä olevien välivarastojen välimatkat ovat myös suuria. (3, s. 17.)

Toteutuskustannukset funktionaalisessa layoutissa ovat halvempia kuin tuotantolinjalayoutissa ja myös toteutettavuus on helpompaa. Valmistuskapasiteetin kasvattaminen ja eri tuotteiden valmistus on myös joustavampaa. Funktionaalisen layoutin tuottavuus on heikompi ja kuormitusasteet keskimäärin matalampia, kun verrataan tuotantolinja-layoutiin. (3, s. 17.)

2.1.3 Solu-layout

Solu-layout (kuva 4) muodostuu itsenäisistä eri koneista ja työpaikoista. Siinä keskitytään tietynlaisten osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solu-layout on funktionaalisen layoutin ja tuotantolinja-layoutin välimuoto.

(3, s. 17.)



KUVA 4. Solu-layout (5, s. 19)

Soluissa on paljon nopeammat läpäisyajat verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Materiaalivirta on välivarastoton ja selkeä. Solu pystyy valmistamaan tietynlaista sille suunniteltua tuotetta joustavasti ja muista riippumatta. Tuotteiden välisten siirtojen asetusajat ovat lyhyet. Omassa tuoteryhmässään solu on funktionaalista järjestelmää tehokkaampi ja tuotantolinja-layoutia joustavampi. (3, s. 17.)

Solu-layoutissa muodostuu vain yksi kuormituspiste, minkä seurauksena tuotannonohjaus on vaivatonta. Eräkoko ja tuotantomäärä eri tuotteilla voi olla suu-
resti vaihteleva. (3, s. 18.)

Laadunvalvonta on myös solu-layoutissa helppoa, koska eri valmistusvaiheet suoritetaan samalla työskentelyalueella peräjäälkeen. Tuotannon virheiden ja niiden korjaus on myös huomattavasti helpompaa kuin tuotantolinja-layoutissa ja funktionaalisessa layoutissa. Soluissa koneiden ja laitteiden kuormitus on vaihteleva ja alhainen verrattuna tuotantolinja-layoutiin. Funktionaalinen layout

ei ole niin herkkä tuotevalikoiman muutoksille ja kuormitusvaihteluille, kuin mitä solu-layout on. (3, s. 18.)

Solu-layoutia voidaan pitää työntekijäystävällisenä, koska solussa työskentelevät työntekijät suunnittelevat ja valmistavat itse tuotteensa. Työntekijöillä on siis mahdollisuus itse keskenään sopia työnjakoa ja työtehtävien kierrätystä.

(3, s. 18.)

2.2 Layout-tyypin valintaperusteet

Tuotantomäärä ja tuotevalikoiman suuruus ovat perusteita, joilla layoutin tyyppi valitaan. Kun halutaan tuottaa suurimääräinen sarjatuotanto, jossa tuote on samanlainen, on tuotantolinja-layout paras sovellettava vaihtoehto. Jos tuotetyyppien määrä on suuri ja tuotantomäärä pieni, sovelletaan funktionaalista layoutia. Solu-layout on paras menetelmä, eri tuotteita valmistetaan toistuvasti, mutta tuotantomäärä ei kuitenkaan ole niin suuri, että kannattaisi valmistaa oma tuotantolinja. (3, s. 18.)

Erimallisia osa -layouteja käytetään tehtaan layoutin muodostamisessa. Layoutin vaihtelu on riippuvainen eri tuotantoprosessien vaiheista. Osien valmistus voi tapahtua funktionaalisessa tai solu-layoutissa, mutta tuotteiden kokoonpano voidaan toteuttaa tuotantolinjassa. Funktionaalisesti järjestetyssä konepajassa voidaan osa valmistuksesta järjestellä soluiksi. Modernin tuotantoautomaation osuus valmistuksen joustavuudessa tulee myös huomioida. Erityyppisten tuotteiden joustavan ja samassa tuotantoprosessissa tapahtuvan valmistuksen ydin on lyhyet asetusajat, vaihdettaessa tuotteesta toiseen. (3, s. 18.)

2.3 Suunnittelun yleisiä vaatimuksia

Kokonaisuudessaan layout-suunnitteluprojekti aloitetaan kartoittamalla prosessin tarpeet. Tämä on teknisen suunnittelun perusta, käsittäen myös layout-suunnittelun. Tarpeiden kartoitus määrittää paljolti myös pelivaran suunnitelmis-
sa. Itsessään projektit joustavat paljon layout-suunnittelussa, mutta lait ja standardit täytyy myös ottaa huomioon peruslähtökohtina. (4, s. 13–14.)

Kaikessa teollisessa toiminnassa täytyy, mukaan lukien myös layout-suunnittelussa, ottaa huomioon investointikustannukset. Investointikustannuksia tulee pitää silmällä projektin ja tehtaan kannattavuuden merkeissä. Layout-suunnittelijan tulee osata välttää taloudellisesti kalliit kustannukset. Aina ei kuitenkaan ole järkevää tai ylipäättänsä mahdollista tehdä layout-suunnitelmaa miettien pelkästään kustannuksia. Joskus käytännöllisyys suhteessa investointikustannuksiin voi antaa enemmän arvoa lopputuloksen ollessa valmis. Ratkaisujen optimointi on suunnitteluvaiheessa järkevää, tarkoittaen esimerkiksi materiaalin säästämistä ja hukkamateriaalin määrän pitämistä mahdollisimman vähäisenä. (4, s. 13–14.)

2.4 Teknisten vaatimusten huomiointi

Teknisiä vaatimuksia täytyy myös huomioida layout-suunnittelussa esimerkiksi arvioitaessa tulevaisuuden vaatimuksia. Samalla joudutaan miettimään kunnossapidon mahdollistamista. Kunnossapidon mahdollistamisessa tulee huomioida työskentelytila, eli miten ahtaassa tilassa täytyy vaihtaa esimerkiksi prosessilaitteen kulunut liimapumppu tai mikä olisi järkevin tapa puhdistaa ja huoltaa tuotantolinjan puristustelasto. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista optimoida kunnossapitoa siten, että kaikille laitteille olisi mahdollista päässä esteettömästi. (4, s. 15–16.)

2.5 Ajankäyttö layout-suunnittelussa

Jokaisessa layout-suunnitelmassa joudutaan arvioimaan suunnittelun aikataulu ja ajankäyttö. Layout-suunnittelun vaiheista aikaa vievin vaihe on kolmas suunnitteluvaihe eli yksityiskohtainen layout. Kun lisätietoa ja eri yksityiskohtia saadaan kerättyä kasaan, joudutaan useimmiten vanhoja suunnitelmia muuttamaan uusimpien mukaisiksi. Riippuen tilanteesta ja prosessista, tämä voi olla erittäin aikaa vievää ja useita henkilöitä työllistävää. (4, s. 13.)

3 TUOTANTOAUTOMAATIO

Tuotantoautomaatiolla on monipuolinen vaikutus yrityksen toimintaan ja tuotannon järjestelyyn. Automaation merkitys suurenee jatkuvasti ja tietokoneohjauksella toteutetut laitteet ja valmistusjärjestelmät valtaavat jalansijaa aiemmin työntekijäkäyttöisiltä laitteilta. (6, s. 493.)

3.1 Käyttökohteet automaatiolle

Automaation eri sovellukset nykyaikana ovat esimerkiksi kokoonpano, pintakäsittely, materiaalinkäsittely ja palvelu. Automaatio käsittää yleisesti ottaen koneet ja laitteet, jotka kykenevät suorittamaan valmistus- ja palvelutyöt ilman ihmisen suoraa kontrollointia. Automaation kautta suoritettuihin valmistustöihin kytkeytyy yleensä ihmisten hoitamia tehtäviä ja työvaiheita. Esimerkkinä voidaan mainita automaattisiin prosesseihin kytkeytyviä materiaalinkäsittelytehtäviä tai automaatiota hyödyntäen valmistettujen osien manuaalinen kokoonpano. (6, s. 493.)

Yleensä automaatiota hyödynnetään samalla lailla toistuvissa tehtävissä, kun taas ihmisiä tarvitaan edelleen joustavissa ja ongelmanratkaisukykyä vaativissa tehtävissä. Potentiaalisimpia automatisointikohteita ovat suuren toistuvuuden ja pienen poikkeamamäärän omaavat valmistustehtävät, esimerkiksi elintarviketeollisuus. Vaikeimpia automatisointikohteita ovat uniikit työtehtävät, joissa on vähäinen toistuvuus. Esimerkkinä tästä voidaan mainita talonrakennus. (6, s. 493.)

3.2 Automaation käsitteet

Automaatioon liittyy useita eri käsitteitä:

- prosessiautomaatio, joka tarkoittaa automaattisesti kontrolloitua prosessimuodon omaavaa valmistusta, esimerkkinä prosessiautomaatiosta voidaan mainita tietokoneohjattu paperikone
- kappaletavara-automaatio, joka tarkoittaa automaattista valmistusta kappaleille, joiden jokaisen on määrä olla oma erillinen tuotteensa, kappaletavara-automaation esimerkkinä on Saarioisten pitsavalmistuslinja

- kiinteä automaatio, jolla tarkoitetaan kiinteästi samaa tehtävää hoitavaa järjestelmää, jonka uusiin tehtäviin ohjelmointi vaatii mekaanisia muutoksia, kiinteällä automaatiolla toteutettuja työstölaitteita oli jo viime vuosisadan alussa T-malli Fordin osavalmistuksessa
- joustava automaatio, joka käsittää ohjelmoidun ohjelman avulla ohjatut järjestelmät, toiminnan muutos järjestelmässä tapahtuu ohjelmaa vaihtamalla, joustavan automaation esimerkkinä on nykyaikaiset tietokoneohjatut laitteet ja koneet. (6, s. 494.)

4 LAMINOINTILINJAN SUUNNITTELU JA TOIMINTA

Opinnäytetyö aloitettiin kartoittamalla tuotantoprosessin tarpeet. Tarpeiden kartoitukseen sisältyi omatoiminen suunnittelu ja tarpeiden hahmottelu, toimeksiantajan kanssa käydyt keskustelut ja työntekijöiden haastattelu. Suurinta osaa tarpeiden kartoittamisesta näytteli Potma Oy:n työntekijöiden haastattelu, koska heidän mielipiteidensä soveltamisen kautta laminointilinjasta tulisi mahdollisimman käytännöllinen. Prosessityöntekijöillä on käytännön toteutuksen näkökulmasta hyviä näkökantoja asian suhteen. On tärkeää myös kysyä muilta mielipiteitä ja näkökantoja eri toimintojen suunnittelussa, koska muut voivat huomata sellaisia vaihtoehtoja, mitä pääsuunnittelija itse ei huomaa ollenkaan.

Linja suunniteltiin aluksi piirtämällä toimintakaavio, jossa järjesteltiin eri työvaiheet ja niiden väliset toiminnot alusta loppuun (liitteet 3/1 ja 3/2). Näin saatiin hahmoteltua työvaiheiden nimeämisen kautta linjan rakenne ja layoutin tyyppi. Tämän jälkeen keskityttiin kalvotusprosessin suunnitteluun, josta saatiin hahmoteltua kalvotuksen toimintaperiaate (liite 2).

4.1 Laminointilinjän vaatimukset

Laminointilinjän suunnittelun määrittävät seuraavat vaatimukset:

- toimintaperiaate täytyy saada automatisoitua siten, että se vaatisi vain yhden työntekijän linjan valvontatehtäviin
- laminaattilevyjen tuotannosta tulee tehokkaampaa ja kannattavampaa verrattaessa käsin laminointiin
- toimintaperiaate täytyy myös olla mahdollisimman yksinkertainen ja käytännöllinen.
- alueen käyttö täytyy olla mahdollisimman optimaalista ja kuljetussiirtymät pidetään mahdollisimman lyhyenä
- materiaalivirrat täytyvät olla selkeitä
- materiaalin siirtotoiminnot ovat minimoituja

Laminointilinjaa tullaan käyttämään kokoonpanotehtävissä, joten automaation sovelluskohde on kokoonpanotehtävät. Linja tulee omaamaan tuotannollisesti

suuren toistuvuuden ja pienen poikkeamamäärän, joten se on helposti automatisoitavissa (luku 3.1).

4.2 Levyn laminointi nykytilassa

Tämän hetkinen käsin toteutettava alumiinilevyn laminointi voidaan jakaa kolmeen eri työvaiheeseen, joka tällä hetkellä vaatii kaksi työntekijää ja tasouunin käyttöönsä. Tasouunia tarvitaan kerroslevyjen valmistuksessa jatkuvasti työpäivän aikana, joten alumiinilevyjen käsin laminointi täytyy suorittaa sen jälkeen, kun kerroslevyjen tuotanto on siltä päivältä lopetettu. Tämä tarkoittaa käytännössä ylitöitä ja näin ollen kalliimpia kustannuksia.

4.2.1 Liimakalvoitus ja laminaattilevyn sijoitus

Laminoinnin ensimmäinen vaihe on liimakalvoitus ja laminaattilevyn sijoitus. Alumiinisen levyn päälle asetetaan liimakalvo ja kalvon päälle laminaattilevy. Näin ollen liimakalvo jää alumiinilevyn ja laminaattilevyn väliin.

4.2.2 Lämpöpuristus

Toinen vaihe on lämpöuunissa alumiini- ja laminaattilevyn yhteen puristaminen. Laminaattilevypintainen alumiinilevy viedään lämpöuuniin, jossa se on puristuksessa vaaditun ajan. Uunin kuumuus sulattaa levyjen väliin asetetun liimakalvon ja alumiinilevy liimautuu laminaattilevyn kanssa yhteen. Kun levy-yhdistelmä on ollut puristuksessa vaaditun ajan, uuni aukeaa ja levy on valmiina pois otettavaksi.

4.2.3 Viimeistelyprässäys

Kolmantena ja viimeisenä vaiheena on viimeistelyprässäys, jossa lämpöuunista otettu levy-yhdistelmä ajetaan kuumana kumitelan läpi kaksi kertaa. Tämän työvaiheen tarkoitus on poistaa jäljellä oleva ilma levyjen välistä ja viimeistellä levy-yhdistelmän puristusprosessi.

Edellä mainittujen työvaiheiden jälkeen alumiinilevy on laminoitu ja siitä voidaan alkaa valmistamaan kerroslevyjä. Kerroslevyjen valmistusta ei voida kuitenkaan

aloittaa heti laminointiprosessin jälkeen, koska laminaattilevyjen täytyy antaa jäähtyä. Levyjen täytyy jäähtyä nipussa puristuksen alaisena..

4.3 Layout-tyypin valinta ja sen perusteet

Laminointilinjan layout-tyypiksi valittiin tuotantolinja, koska laminointilinjan alustavien suunnitelmien rakenteellinen ja toimintaperiaatteellinen lopputulos täytti sen tunnusmerkit (luku 2.1.1). Materiaalien käsittely ja valmistus on automatisoitua ja tehokasta. Työnkulku on myös selkeätä. Tuotantolinjalla käytetään myös materiaalin siirtoon tarkoitettuja mekaanisia kuljettimia.

Funktionaalista layoutia ei valittu, koska laminointilinjan työmäärien ja tuotetyyppien vaihtelu ei ole niin huomattavaa ja radikaalia. Lisäksi funktionaalisessa layoutissa työnkulkukuvat ovat moninaisia ja sitä vastoin laminointilinjassa on pelkästään yhdenlainen työnkulkukuva. Toisin kuin laminointilinjalla, funktionaalisella layoutilla on myös pitkät matkat työpisteiden välillä.

Laminointilinja ei myöskään täyttänyt solu-layoutin peruspiirteitä. Laminointilinjan koneiden ja laitteiden kuormitus tasainen, kun taas solu-layoutissa se on vaihteleva. Solu-layoutin yksi tunnuspiirre on se, että työntekijät suunnittelevat ja valmistavat itse tuotteensa. Laminointilinjan layout-suunnitelma ei omaa kyseisiä piirteitä. Solu-layoutin toiminta perustuu myös eri työstö vaiheisiin, jotka muokkaavat tuotetta, ja tuotantolinja-layout on enemmän kokoonpanon periaatetta noudattava.

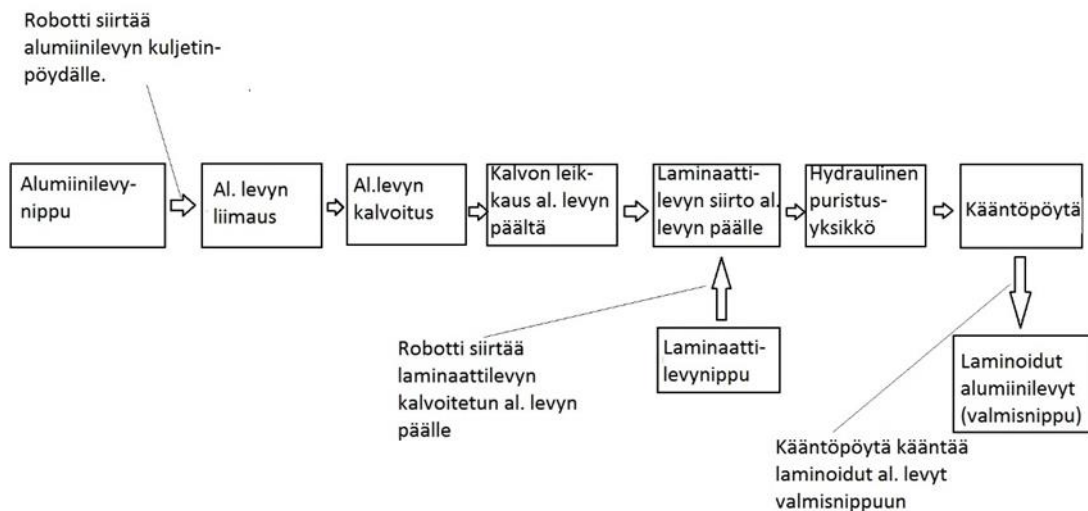
4.4 Laminointilinjan toimintaperiaate.

Laminointilinja edustaa toimintaperiaatteeltaan eniten kiinteätä automaatiota, koska järjestelmä tulee toistamaan kiinteästi samoja tehtäviä, joita ovat useat eri kokoonpanon työvaiheet. Prosessiautomaatioksi linja sopisi toiseksi lähimpänä, mutta linja ei kuitenkaan tule olemaan täysin automaattisesti valvottua, kuten prosessiautomaation käsitteeseen kuuluu.

Linja ei edusta kappaletavara-automaatiota, koska siinä ei tulla valmistamaan toisistaan erotettavia ja keskenään erinäisiä kappaleita. Joustava automaatio käsittää yleensä tietokoneohjattuja koneita ja laitteita, esimerkiksi CNC-

koneistuskeskuksen, joten näillä ominaisuuksilla ei ole yhtäläisyyksiä laminointi-linjan ominaisuuksien kanssa.

Laminointilinjan toimintaperiaatteellisessa suunnittelussa päädyttiin useista työ-vaiheista koostuvaan ratkaisuun, joka osoittautui käytännöllisimmäksi ja yksin-kertaisimmaksi. Näistä syistä laminointilinjan toimintaperiaate on suunniteltu olemaan seuraavaksi kuvaillun periaatteen mukainen (kuva 5).



KUVA 5. Lopullinen kaaviokuva laminointilinjasta

Ensimmäisessä vaiheessa katosta ohjattu lineaariliikkeinen robotti siirtää alumiinilevyn kuljetinpöydälle. Tämän jälkeen alumiinilevyyn vedetään molempiin päihin liimasaumat. Seuraavaksi levyn päälle vedetään kalvo ja puristustelat puristavat kalvon liimasaumoja vasten. Yhtenäinen kalvo leikataan pituussuunnasta levyn molemmista päistä noin 10 mm vajaan. Kun kalvo on leikattu, laminaattilevy asetetaan kalvoitetun alumiinilevyn päälle. Laminaattilevyn asettaa ja siirtää robotti, joka tulee todennäköisesti olemaan samanlainen kuin linjan alkupäässä. Tämän jälkeen on vuorossa hydraulisesti toteutettu kuumapuristus, joka tulee myös määräämään koko linjan vakionopeuden. Hydraulisen puristuksen jälkeen levy on käytännössä jo laminoitu ja se siirtyy kääntöpöydälle, josta kääntöpöytä kääntää laminoidut alumiinilevyt valmiiden levyjen nippuun. Levy käännetään kääntöpöydällä ylösalaisin aiempaan asentoon nähden, eli

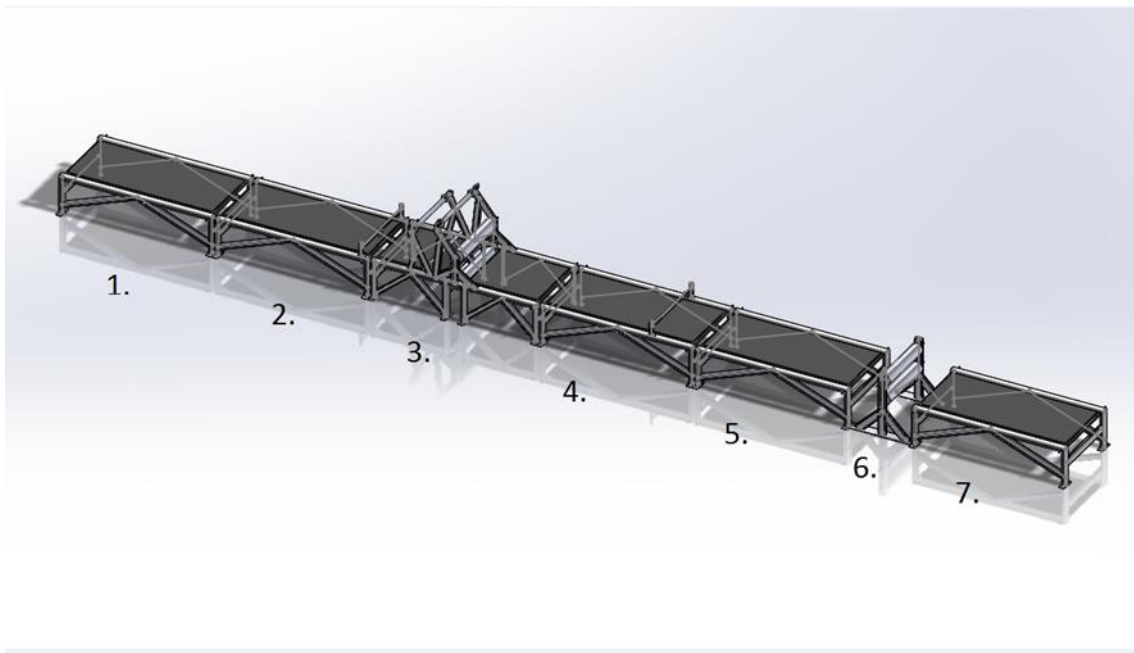
laminaattipinta alaspäin. Syynä tähän on se, että niiden täytyy olla ylösalaisin jatkokäsittelyä varten.

Levyn siirtoon tarkoitetun robotin suunnittelussa ajateltiin aluksi yhden katosta ohjatun robotin liikuttavan sekä alumiini- että laminaattilevyjä. Tämä ratkaisumalli kuitenkin hylättiin melko nopeasti, koska robotin ohjauskiskojen kattoon asentaminen kyseiselle matkalle olisi ollut liian kallista. Toisena hylkäävänä perusteena ja myös ongelmana oli se, että ehtisikö yksi robotti kulkemaan useita metrejä käsittävän levypinojen välimatkan ja tekemään sille vaaditut työt. Tästä olisi voinut seurata se, että tuotteen laatu kärsii, tai sitten robotti olisi määrännyt linjan tuotantonopeuden.

5 LAMINOINTILINJA

5.1 Laminointilinjan kokoonpano

Valmistunut laminointilinja (kuva 6) koostuu eri yksiköistä ja kuljetinpöydistä. Useimpien yksiköiden pohjamallinnuksena toimii kuljetinpöytä, johon on mallinnettu eri lisäkomponentteja, riippuen yksikön toimenkuvasta. Mallinnukset on tehty käyttämällä SolidWorks 2014 -piirustusohjelmaa.

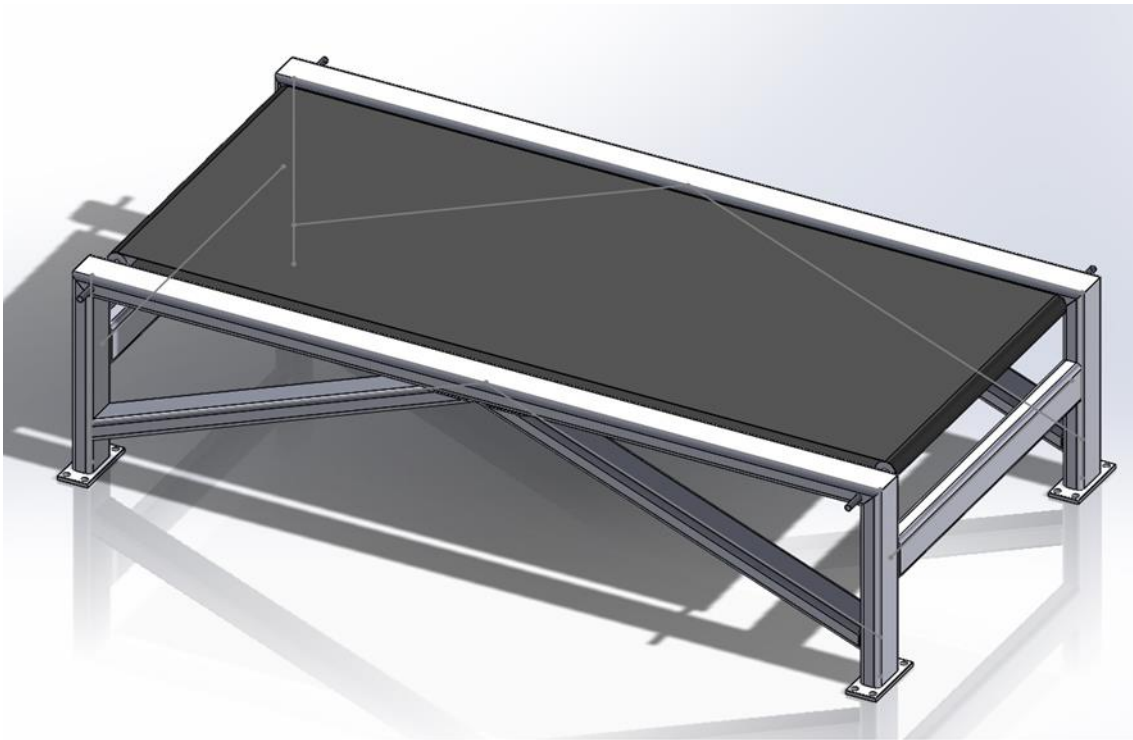


KUVA 6. Laminointilinjan osat: 1) alumiinilevyn kuljetinpöytä 2) alumiinilevyn liimausyksikkö 3) alumiinilevyn kalvotusyksikkö 4) liimakalvon leikkausyksikkö 5) laminaattilevyn sijoituspöytä 6) hydraulinen puristusyksikkö 7) kääntöpöytä

Laminointilinjan toiminnot, kuten liimaus ja leikkaus tullaan toteuttamaan valokenno-ohjauksella. Ohjaus toimii siten, että anturista lähtevä laservalo loistaa kohtisuoraan kuljetinpinnan yli. Kun valo osuu kuljetinpöydällä liikkuvaan alumiinilevyyn, anturista lähtee signaali esim. liimapistoolille, joka saa käskyn vetää levynpäähän liimasauman. Kalvoleikkurin toiminta ja ylipäättänsä levyn päiden tunnistus on suunniteltu toteutumaan samalla periaatteella. Laminointilinjassa liikkuvien levyjen maksimipituus on 4 000 mm ja maksimileveys 1 550 mm. Linja on mitoitettu nämä enimmäismitat huomioiden.

5.2 Alumiinilevypinon kuljetinpöytä

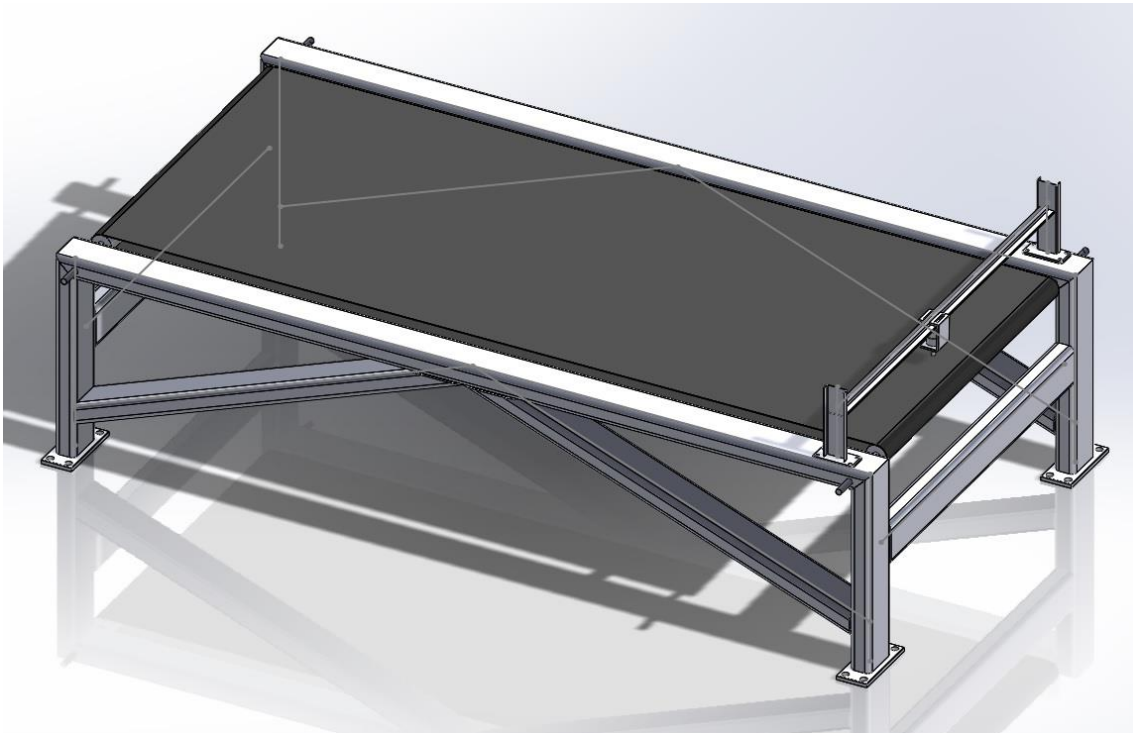
Työstettävät alumiinilevyt tullaan sijoittamaan yhteen nippuun linjan alkupäähän, josta levyjen liikuttamiseen suunniteltu robotti vie ne yksi kerrallaan liimausyksikölle. Alumiinilevynippu sijoitetaan sille varatulle linjan ensimmäiselle kuljetinpöydälle (kuva 7). Ensimmäisenä sijoitusvaihtoehtona levynipun paikalle oli tuotantolinjan alkupäässä liimausyksikön oikealla puolella oleva alue. Työn aikana päädyttiin kuitenkin siihen ratkaisuun, että linjan alkupäähän voitaisiin laittaa oma kuljetinpöytä pitkittäin linjaan nähden, kuten lopullista tulosta esittävä laminointilinja (kuva 6) antaa ymmärtää. Tällä yksinkertaisella ratkaisulla linja ei vie alkupäästä sivuttaistilaa, jota on muutenkin siellä rajoitetusti, sitä vastoin pituussuunnassa tilaa riittää enemmän.



KUVA 7. Kuljetinpöytä

5.3 Alumiinilevyn liimausyksikkö

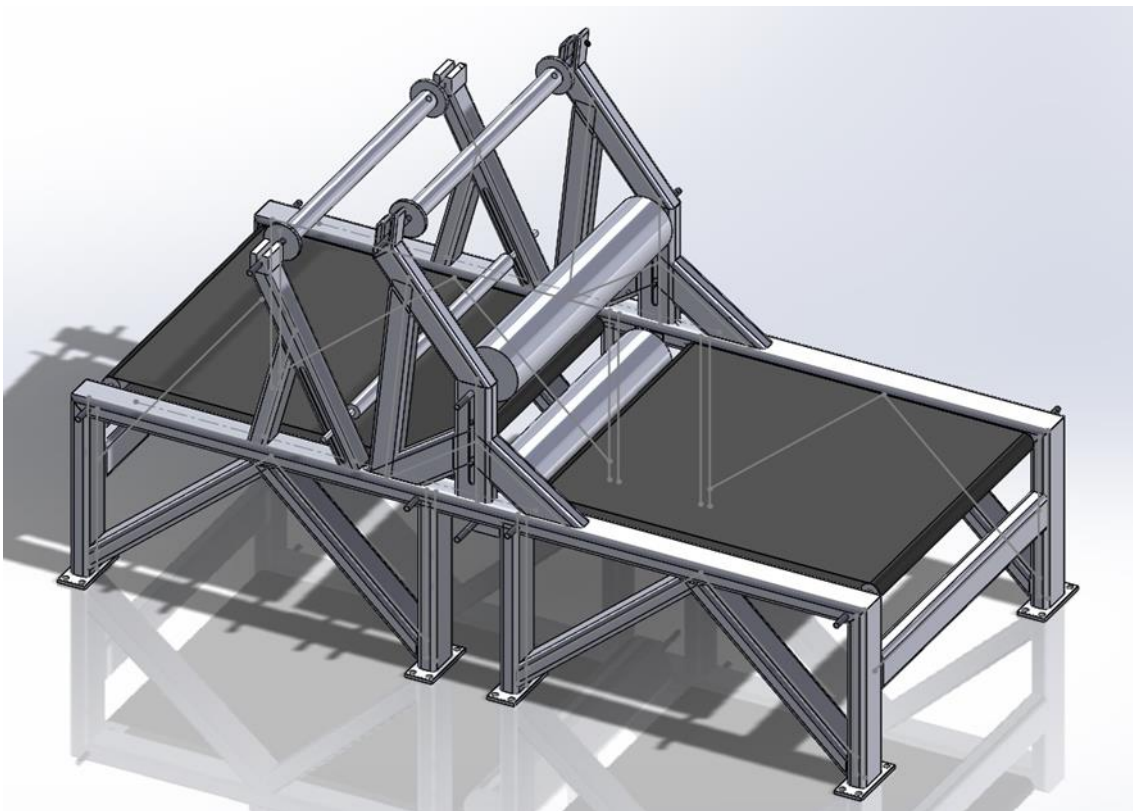
Liimausyksikössä (kuva 8) alumiinilevyn pintaan vedetään molempiin päihin liimasauma siihen suunnitellulla liimapistoolilla. Liimasauman leveys tulee olla noin 20 mm ja se vedetään 90° kulmassa levyn reunaan nähden. Sauman tulee olla 10–15 mm:n etäisyydellä alumiinilevyn päätyreunaan nähden. Liimausyksikkö muodostuu kuljetinpöydästä, liimauspäätteestä ja siihen liitetystä liimauspistoolista.



KUVA 8. Liimausyksikkö

5.4 Alumiinilevyn kalvotusyksikkö

Kun alumiinilevy on molemmista päistä liimasaumattu, se liikkuu kalvotusyksikölle (kuva 9). Liimattu alumiinilevy jatkaa matkaansa kohti kahdesta päällekkäisestä telasta koostuvaa puristustelastoa, johon on vedetty liimakalvo sille tarkoitetulta kalvorullalta. Kalvorullalta tulevassa liimakalvossa on vielä tässä vaiheessa irroke mukana. Levy liikkuu puristustelaston läpi ja tullessaan telaston toiselle puolelle se on päällystetty liimakalvolla. Tässä vaiheessa kalvon irrokeosa on myös lähtenyt purkautumaan kohti sille tarkoitettua irrokerullaa, joka kelaat irroketta itsensä ympärille (liite 2).

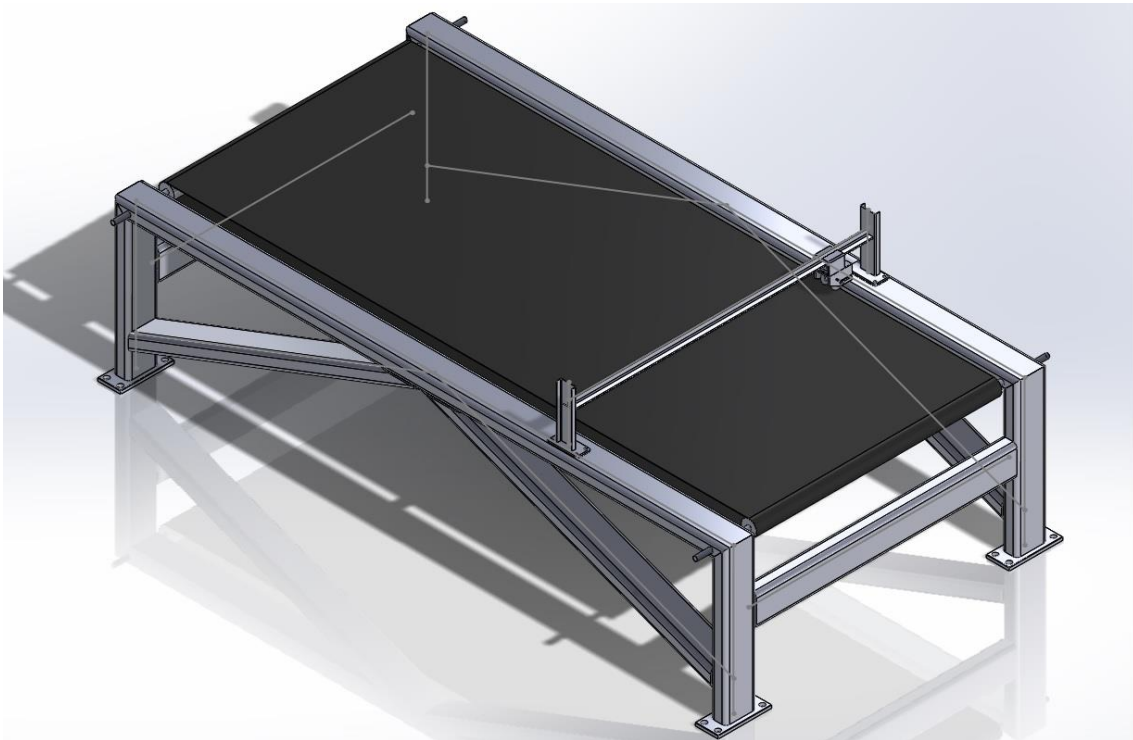


KUVA 9. Kalvotusyksikkö

Puristustelasto on suunniteltu korkeussäädöltään toimimaan puoliksi pneumaattisesti. Ylätela on niin sanotusti kelluva, eli sen molemmissa päissä on paineilmasylinterit, jotka painavat tietyllä käyttöpaineella ylätelaa kiinteätä alatelaa vasten. Käyttöpainetta voi tarpeen vaatiessa myös säätää olosuhteet ja alumiinilevyn korkeus huomioon ottaen.

5.5 Liimakalvon leikkausyksikkö

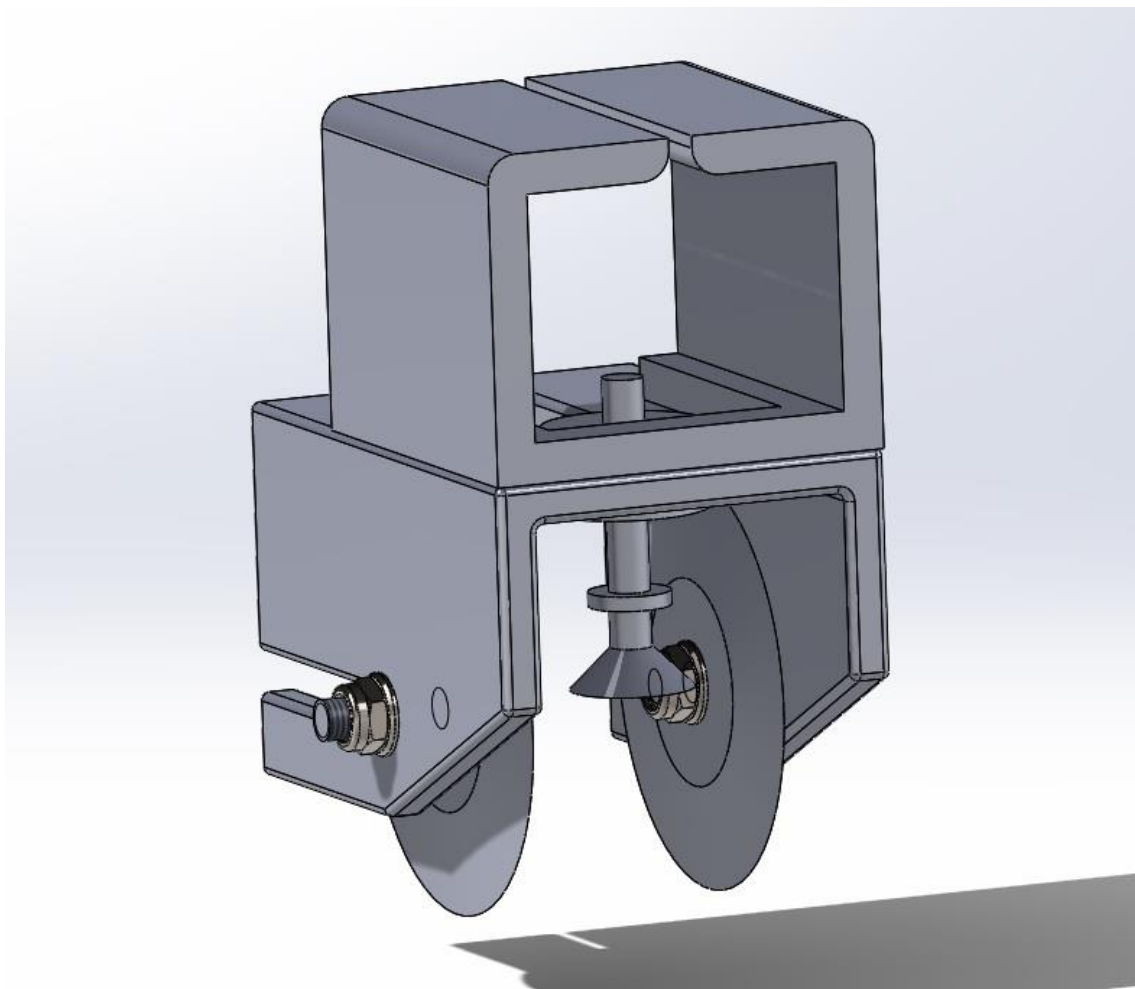
Kalvotuksen jälkeen alumiinilevy liikkuu liimakalvon leikkausyksikölle (kuva 10), jonka tehtävä on leikata kalvo siten, että se jää levyn molemmista päistä 10 mm vajaaksi. Leikkaus tapahtuu 90° kulmassa alumiinilevyn reunaan nähden. Leikkurin on tarkoitus olla kaksiteräinen, jolloin se leikkaa yhdellä työstökerralla molempien levyjen päädyistä kalvot. Laminointilinja on kokonaisuudessaankin jatkuva, eli alumiinilevyjä tulee peräkkäin. Puristustelaston ja leikkurin välillä myös liimakalvo on yhtenäisesti levyn päällä. (Liite 2.)



KUVA 10. Leikkausyksikkö

5.5.1 Kalvoleikkuri

Liimakalvon leikkaukseen tarkoitettu kalvoleikkuri (kuva 11) koostuu rungosta, teristä, terän akseleista, terän kiinnitysmuttereista ja terien väliin jäävän hukka-suikaleen poistamiseen tarkoitetusta imukupista. Leikkurin runkoon on liitetty molemmille sisäpinnoille kaksi kovametalliterää. Terät ovat ympyränmuotoisia ja leikkaustapa toteutuu siten, että terä pyörii akselinsa ympäri. Kalvoleikkuri itsessään siirtyy sähköisesti sille varattua lineaarikiskoa pitkin.



KUVA 11. Kalvoleikkuri

5.5.2 Vastuslankaleikkuri

Toisena varteenotettavana kalvon leikkausvaihtoehtona pidettiin vastuslangalla tapahtuvaa leikkausmenetelmää. Tämä ratkaisu olisi eliminoinut terän kulumi-

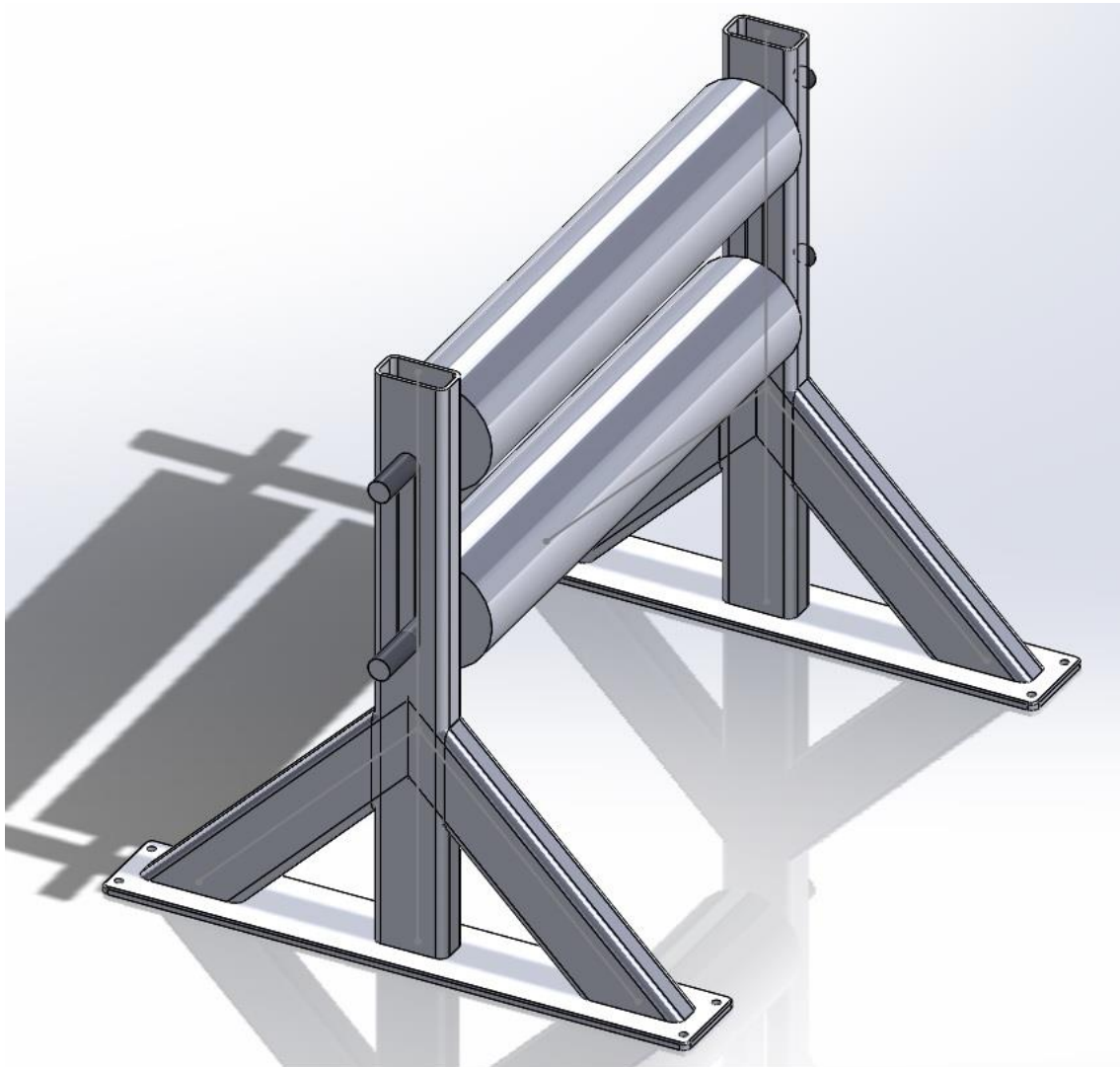
sen, joka on muutenkin minimaalista prosessityöntekijöiltä saamieni haastattelujen mukaan. Vastuslankaleikkaus itsessään olisi ollut tehokas leikkausmenetelmä, mutta haittapuolena olisi ollut kalvon sulamisesta aiheutunut muovinkäry. Muovinkäry olisi laukaissut yrityksen herkän palovaroitinjärjestelmän, joka antaisi suoraan hälytyksen paloasemalle. Ratkaisu käryongelmaan olisi ollut sitä varten leikkauspäätteen yläpuolelle rakennettu huuva poistokanavineen. Tämä olisi kuitenkin kokonaiskustannuksineen noussut liian kalliiksi. Mahdollista kustannusarviota en alkanut edes tehdä, vaan se hylättiin heti suuripiirteisen arvion jälkeen.

5.6 Laminaattilevyn sijoituspöytä

Liimakalvon leikkauksen jälkeen on vuorossa laminaattilevyn siirto robotilla alumiinilevyn päälle. Tälle toiminnolle on varattu oma kuljetinpöytä. Robotti siirtää laminaattilevyn sille määriteltyn paikkaan. Robotti on myös tässä kohtaa linjaa suunniteltu toimimaan ylhäältä päin. Syynä tähän on se, ettei se veisi yhtään lattiapinta-alaa, jota tuotantotilassa on rajoitetusti.

5.7 Hydraulinen puristusyksikkö

Kun laminaattilevy on sijoitettu alumiinilevyn päälle, levykokonaisuus liikkuu seuraavaksi hydrauliselle lämpöpuristusyksikölle (kuva 12), jossa kuumapuristusta sulattaa levyjen välissä olevan liimakalvon liimaksi ja puristaa alumiinilevyn ja laminaattilevyn yhteen. Hydraulinen lämpöpuristusyksikkö tulee määräämään koko linjan nopeuden, joka on vakionopeus.



KUVA 12. Hydraulisen puristusyksikön suuripiirteinen mallinnus

5.8 Kääntöpöytä

Lopuksi laminaattipintainen alumiinilevy siirtyy hydrauliselta puristusyksiköltä tuotantolinjan loppupäässä olevalle kääntöpöydälle, joka kääntää laminaattipin-

taisen alumiinilevyn ylösalaisin valmislavalle. Tämän jälkeen laminoitu levy odottaa jatkokäsittelyä.

5.9 Suunnittelun tulokset

Suunnittelun lopputuloksena saadaan layout-suunnitelma automatisoidulle laminointilinjalle, joka muodostuu kaiken kaikkiaan seitsemästä eri yksiköstä. Yksiköt ovat nimeltään alumiinilevyn pöytä, liimausyksikkö, kalvoitusyksikkö, leikkausyksikkö, laminaattilevyn pöytä, hydraulinen puristusyksikkö ja kääntöpöytä. Laminointilinja tulee tarvitsemaan yhden työntekijän valvonta- ja laaduntarkkailutyöhön.

Suunniteltaessa automatisoitua laminointilinjaa sen automaatiota pyrittiin pitämään suunnittelun kannalta mahdollisimman yksinkertaisena ja selkeänä. Syyinä on usein alhaisempien kustannusten lisäksi etenkin se, että mahdollisimman yksinkertaisia laitteita ja koneita on myös helppo käyttää ja korjata.

Esimerkkinä mainittakoon levyjen siirtämiseen tarkoitettujen robottien suunnittelu, jossa aluksi ajateltiin yhden katosta ohjatun robotin liikuttavan sekä alumiini-että laminaattilevyjä. Tämä ratkaisumalli kuitenkin hylättiin melko nopeasti, koska robotin ohjauskiskojen kattoon asentaminen kyseiselle matkalle olisi ollut liian kallista. Toisena hylkäävänä perusteena ja mahdollisena ongelmana oli se, että ehtisikö yksi robotti kulkemaan useita metrejä käsittävän levypinojen välimatkan ja tekemään sille vaaditut työt. Tästä olisi voinut seurata se, että tuotteen laatu kärsii tai robotti olisi määrännyt linjan tuotantonopeuden.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin Potma Oy:lle. Työn tavoitteena oli suunnitella layout alumiinilevyn laminointilinjalle. Aiemmin alumiinilevyjä on laminoitu käsin, ja se on vaatinut kaksi työntekijää. Työssä keskityttiin erityisesti kalvotusyksikön suunnitteluun. Suunnittelun kalvotusyksikköön keskittymisen huomaa lähinnä kyseisen mallinnuksen tarkkuudesta. Opinnäytetyössä mallinnetut kuvat linjasta ja siihen kuuluvista yksiköistä ovat tehty Solidworks-mallinnusohjelmaa käyttäen. Tässä opinnäytetyössä ei paneuduttu linjan mekaniikka- ja kone-elinsuunnitteluun, koska toimeksiantajan määräämä tuotantolinjojen suunnitteluun erikoistunut yritys ratkaisee nämä ongelmat. Linjan toimintaperiaate kuitenkin pysyy opinnäytetyön mukaisena.

Asetettuina tavoitteina laminointilinjalle olivat etupäässä toimintaperiaatteen ratkaisun löytäminen alumiinilevyn kalvotukselle ja linjan rakenteen suuripiirteiden hahmotus ja sitä kautta valmiin tuotantolinjan mallinnus. Lopputulos havainnollistaa vaadittujen tavoitteiden ratkaisut hyvin, ja näin ollen sitä voidaan pitää onnistuneena.

Lopputulos on toimiva ajankäytöllisessä näkökulmassa verrattaessa tuotantovoilyymiä käsin laminoimiseen. Automatisoidusta laminointilinjasta saadaan valmistettua enemmän laminoituja alumiinilevyjä työpäivän aikana verrattaessa käsin laminoimiseen, joka on hitaampaa ja sitovampaa. Käsin laminointi täytyy myös useimmiten suorittaa ylitöinä, koska se sitoo kerroslevyjen lämpöpuristukseen käyttöönsä. Automatisointi myös pienentää valmistuskustannuksia, tosin linjan investointikustannukset ovat melko suuret. Pitemmällä tähtäimellä automatiikka tulee halvemmaksi, koska työ on kalliimpi suorittaa työntekijöillä.

Yleissääntönä teollisuudessa on, että tuotannon tulee olla mahdollisimman pitkälle automatisoitua, koska työntekijän työllistäminen ja pitäminen on kustannuksiltaan korkeampaa. Toisaalta automatisoitu tuotantolinja voi valmistaa virheellistäkin tuotetta erittäin suuria määriä, mikäli laadunvalvonta ei toimi. Pätevällä ja ammattitaitoisella työntekijällä on itsellään koko ajan laadunvalvonta

päällä tarkkailemalla tuotetta jatkuvasti, eikä virheellisten tuotteiden määrä pääse kasvamaan kovinkaan suureksi.

Lopputulos täyttää linjan vaatimukset kohtalaisen hyvin. Linjan automatisoinnin suunnittelu vaadittavaan työntekijämäärään nähden on onnistunut ainakin teoriassa, kuten on vaadittukin. Valmiiksi saatu toimintaperiaatteellinen suunnittelu kuitenkin puoltaisi sitä, että työntekijöitä tarvitaan vain yksi. Lopputulos nähdään kuitenkin konkreettisesti vasta sitten, kun linja on otettu käyttöön. Laminointilevyjen tuotannosta kuitenkin tulee todennäköisesti kannattavampaa automatisoituna kuin manuaalisena. Kustannukset tulevat maksamaan itsensä takaisin pitkällä aikavälillä, vaikka tässä vaiheessa minkäänlaista kustannusarviota tai -vertailua ei ole tehtykään.

Toimintaperiaate on saatu pidettyä melko yksinkertaisena ja selkeänä, vaikka esimerkiksi robottien toiminta ja ohjelmointi voivat tuoda ainakin käyttöönotto-vaiheeseen tietynlaista monimutkaisuutta. Alueen optimaalinen käyttö onnistui muuten hyvin, mutta valmiita laminaattilevyjä joudutaan luultavasti kuljettamaan trukilla toiselle puolen tehdashallia jatkokäsittelyn sijainnin takia. Muilta osin linja vie mahdollisimman vähän tilaa ja siirtymät on pidetty minimaalisina. Materiaalivirrat on saatu pidettyä mielestäni selkeinä, koska ne eivät esimerkiksi ole ristiriidassa keskenään ja sitä kautta vaikeuttaneet suunnittelua.

Laminointilinjan layoutin suunnittelu onnistui kohtalaisen hyvin, ja sen fyysiset mitat pysyivät sallituissa puitteissa. Laminointilinjalle saatiin suunniteltua käytännöllinen ja selkeä toimintaperiaate. Suurimpana ongelmakohtana oli kalvotuksen toteutus ja kalvoleikkurin parhaan ratkaisun pohdinta. Kalvotusongelma saatiin kuitenkin ratkaistua kehittämällä kalvotusyksikkö teloilla ja telapuristimilla toimivaksi. Kalvoleikkurista kehitettiin mekaanisesti toimiva, joka oli myös kustannustehokkain ratkaisu.

Laminointilinjalla on myös olemassa jatkokehityksellisiä mahdollisuuksia. Yhtenä niistä voidaan pitää sellaista ajatusta, jossa linjasta saataisiin monipuolisempi. Tällä tarkoitetaan lähinnä sitä, että tuotantolinjaa hyväksi käyttäen pystyttäisiin pinnoittamaan alumiinilevyjä myös muilla pinnoitteilla. Jatkokehitystä ajatellen voitaisiin miettiä sitä, saadaanko kalvoleikkurilta syntyvä hukkamateriaali

jollain tapaa hyväksi käytettyä. Kalvo- ja irrokerullat joudutaan myös vaihtamaan siten, että linja täytyy pysäyttää hetkeksi. Asian johdosta voisi pohtia sitä, voisiko vaihdosta tehdä ”lentävän,” jolloin linjaa ei tarvitsisi pysäyttää. Ratkaisuhan voisi löytyä esimerkiksi automatisoinnilla, mutta se vaikuttaa kohtalaisen haastavalta.

Laminointilinjan seuraava vaihe on kannattavuuslaskelmat ja päätös investoinneista. Näiden jälkeen on vuorossa tarkempi suunnittelu, toteutusvaihe eli rakentaminen ja vakituiseen käyttöön otto. Tarkempi suunnittelu sisältää muun muassa mekaniikkasuunnittelun, johon kuuluu tarvittavien moottorien ja laakereiden mitoitus. Perinpohjainen toimivuus tullaan kuitenkin näkemään vasta sitten, kun suunnittelu on saatu loppuun ja siirrytään toteutusvaiheeseen. Tämä tarkoittaa käytännössä linjan kokoonpano- ja käyttöönottovaihetta. Linjalle arvioitu käyttöönottoajankohta tulee olemaan keväällä 2016. Lopullinen ja tarkempi palaute linjan toimivuudesta tullaan saamaan käyttöönottovaiheessa sekä sen jälkeen.

Työn tekemistä motivoi onnistuneesti suunnitellun laminointilinjan käyttöönotto. Näin siitä tulisi konkreettinen ja hyödyllinen osa tuotantoprosessia. Työ oli muutenkin suhteellisen mielenkiintoinen, koska siinä oppi paljon uutta, esimerkiksi koneen ja tuotantolinjojen suunnittelun pääperiaatteita. Työn aikataulussa (liite 4) oli aika ajoin vaikeuksia pysyä ja siitä myös myöhästyi jonkin verran. Näin ollen työ olisi pitänyt pystyä tekemään nopeampaa ja aikataulun mukaan. Kaiken kaikkiaan työ onnistui kuitenkin hyvin ja tavoitteisiin päästiin.

LÄHTEET

1. Yritys - Potma Oy. Saatavissa: <http://www.potma.fi/> Hakupäivä 6.5.2015.
2. Syri, Markus 2010. Uuden tuotantolaitoksen layout-suunnitelma ja tuotantotekninen suunnittelu. Opinnäytetyö. Ylivieska: Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20929/Syri_Markus.pdf?sequence=1. Hakupäivä 11.5.2015.
3. Ruotsalainen, Jyri 2012. Tuotantolinjan layout-suunnittelu. Opinnäytetyö. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, tekniikan ala, kone- ja tuotantotekniikka, tuotantopainotteinen mekatroniikka.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41252/Ruotsalainen_Jyri.pdf?sequence=2. Hakupäivä 20.4.2015.
4. Kangasmäki, Jyrki 2014. Systemaattinen layout-suunnittelu. Kandidaatintyö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, teknillinen tiedekunta, kemiantekniikan osasto, prosessitekniikan laboratorio.
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/100089/Systemaattinen%20layout-suunnittelu.pdf?sequence=2>. Hakupäivä 7.4.2015.
5. Purhonen, Juho 2014. Lean-työkalujen käyttö Reifer Oy:n leikkaus ja levytyöosastolla. Kandidaatintyö ja seminaari. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, teknillinen tiedekunta, LUT Kone.
http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/96990/Kandidaatinty%C3%B6_Juho_Purhonen_Arvosteltu.pdf?sequence=2. Hakupäivä: 23.4.2015.
6. Haverila, Martti J. – Uusi-Rauva, Erkki – Kouri, Ilkka – Miettinen, Asko 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Matti Lassila (OAMK)

Tilaaaja Potma Oy

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot:

Reijo Lassila

Työn nimi Alumiinilevyn laminointilinjan layout-suunnittelu

Työn kuvaus Työssä laminoidaan alumiinilevyä, jonka jatkokäsittelyn lopputuotteena on valmis kerroslevy. Jatkokäsittelyllä tarkoitetaan levyjen sisäpintojen liimaamista, hunajakennomaisen alumiiniytimen levitystä levyjen väliin, lämpöuunissa puristamista ja lopuksi kerroslevyaihion sopivaan mittaan leikkaamista.

Laminointi tapahtuu siten, että ensin alumiinilevyn päälle levitetään tasaisesti liimakalvo, joka kiinnitetään liimaamalla levyn pintaan. Kalvon tulee olla levyn päällä siten, että se on molemmista päistä 10 mm vajaana levyn päätyreunaan nähden. Sivuilta kalvon tulee olla 5 mm vajaa molemmin puolin.

Kalvoituksen ollessa valmis, alumiinilevyn päälle asetetaan laminaattipintainen levy siten, että molemmat päädyt jäävät em. 10 mm vajaaksi. Laminaattilevyn tulee siis olla 20 mm lyhyempi kuin alumiinilevy. Päällekkäisten levyjen sivureunojen tulee olla tasalla toisiinsa nähden.

Kun laminaattilevy on asetettu paikoilleen, on seuraavana vuorossa lämpöuunipuristus, jossa levyt ovat $1-1,5 \text{ kg/cm}^2$ puristuksessa 7 minuutin ajan, riippuen laminaattilevyn paksuudesta. Puristuslämpötila on 110-120 celsiusastetta. Tämän jälkeen levy viedään välittömästi viimeistelyprässäykseen, jossa se ajetaan kahdesti nipпитelan läpi. Tämän tarkoitus on puristaa alumiinilevyn ja laminaattilevyn välistä ilmat pois, jottei levyn pintaan muodostu ilmakuplia.

Näiden edellämainittujen työvaiheiden jälkeen levy on laminoitu. Tällä hetkellä levyä laminoidaan käsin ja jokainen työvaihe toteutetaan manuaalisesti. Laminointi vaatii kaksi henkilöä jokaisessa työvaiheessa.

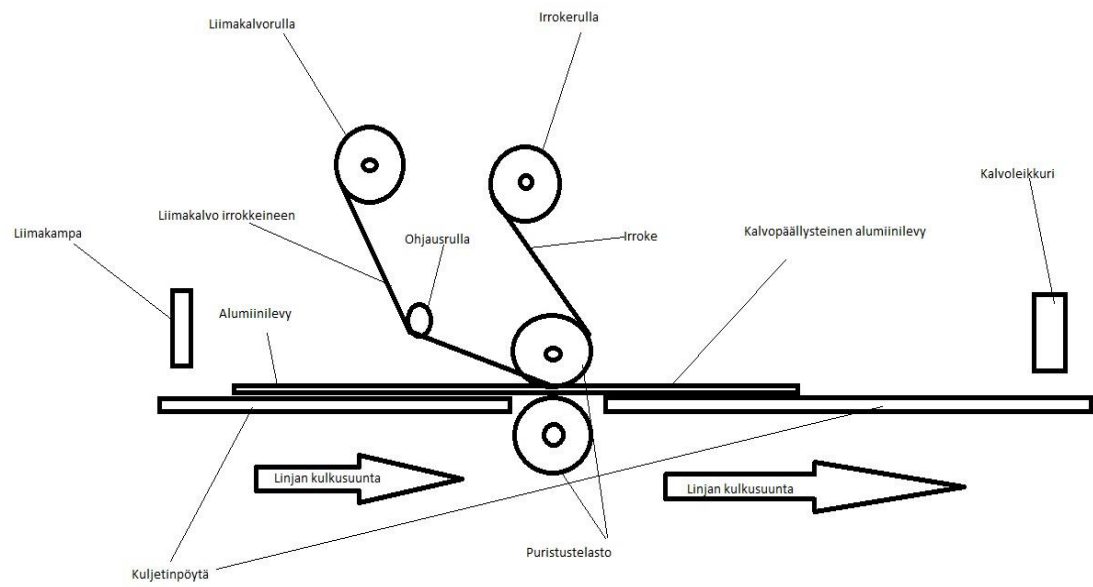
Työn tavoitteet Alustavasti suunnitella layout automatisoidulle laminointiyksikölle, joka kalvottaa liimakalvolla ja pinnoittaa alumiinilevyn laminaattipinnalla. Yksikön tulee olla osana tuotantolinjaa.

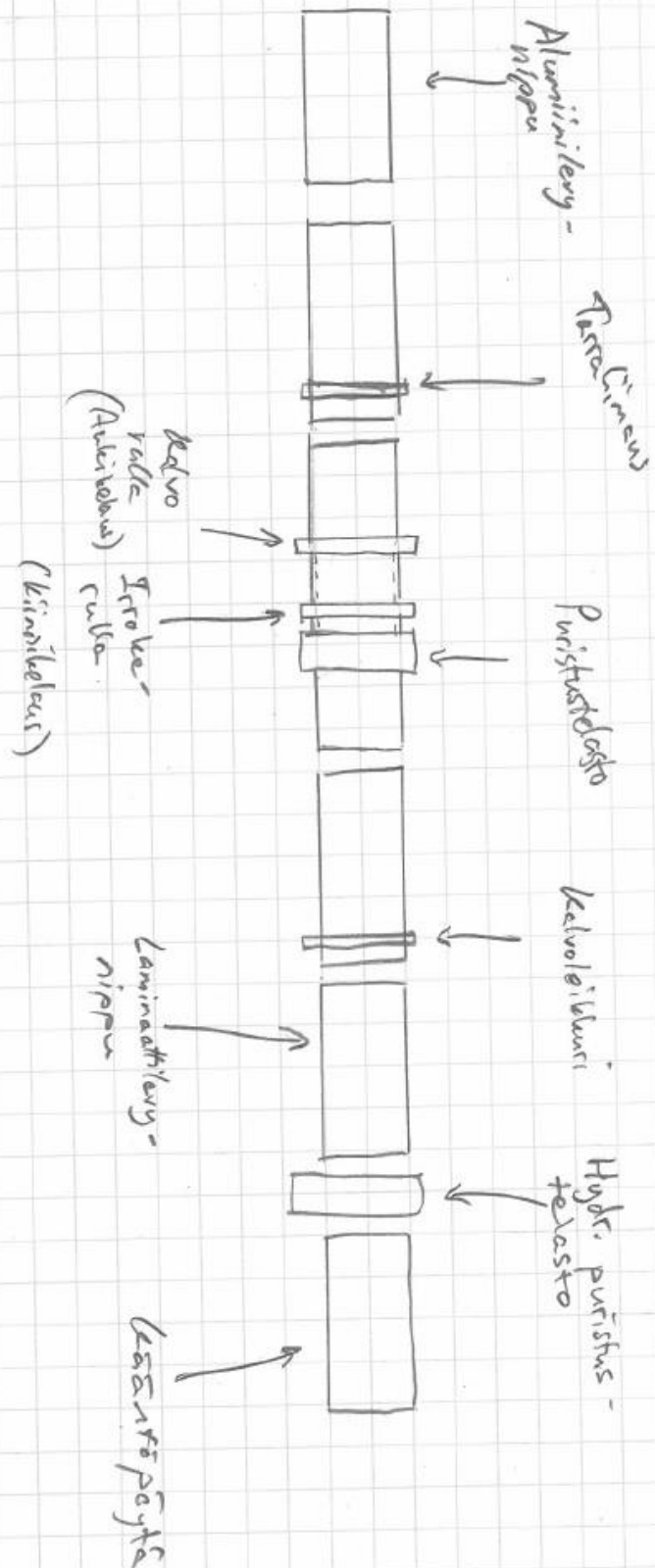
Tavoiteaikataulu: Valmis loppukevääseen 2015 mennessä.

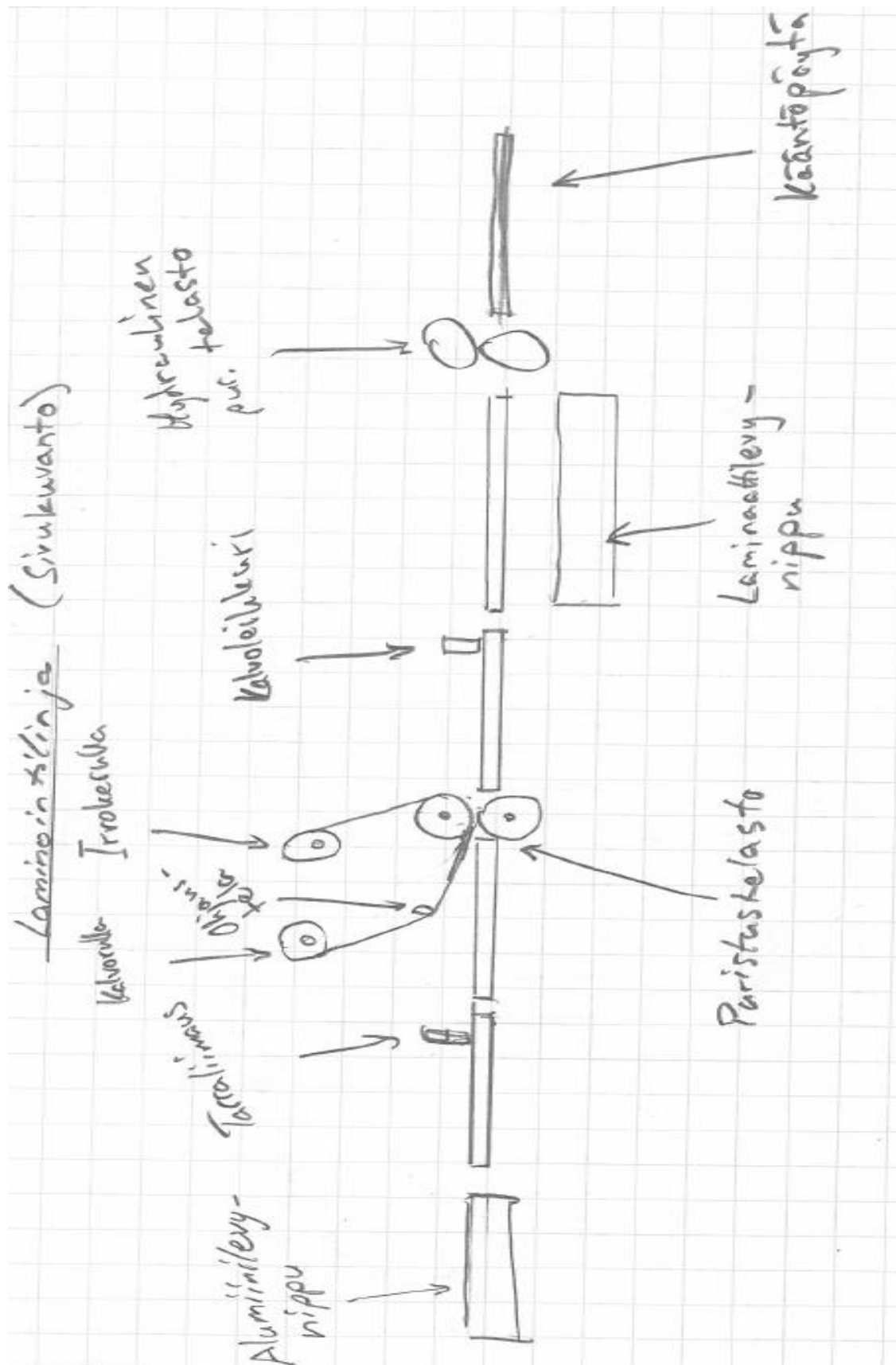
Päiväys ja allekirjoitukset 13.2.15 Matti Lassila (OAMK)

13.2.15 Reijo Lassila (Potma Oy)

KALVOITUSPROSESSIN KUVA



Laminoitilinja (yläkuva)



[illegible]